植物分类学报 28(2): 89—95 (1990)
Acta Phytotaxonomica Sinica

四合木属系统地位的研究

马毓泉　张寿洲
(内蒙古大学生物系,呼和浩特 010021)

STUDY ON THE SYSTEMATIC POSITION OF *TETRAENA* MAXIM.

Ma Yu-chuan　Zhang Shou-zhou
(*Biology Department, Inner Mongolia University, Hohhot*)

Abstract *Tetraena* Maxim. is an endemic genus of Inner Mongolia and the desert region of Central Asia. It is also a rare and endangered plant. Some botanists had made some research on the systematic positions of this genus, but their views are debatable. Through a comprehensive study: research history, morphology (pistil, fruit), pollen grains, chromosomes, the authors suggest that this genus be separated from Zygophylloideae (Zygophyllaceae, Takhtajan. 1987) and a new subfamily——Tetraenoideae be set up for it. A key to subfamilies of Zygophyllaceae (sen. str.) is provided. The systematic position of Tetraena Maxim. is: Rutales—Zygophyllaceae—Tetraenoideae—Tetraena.

Key words *Tetraena*; Pollen grain; Chromosome; Systematic position; Tetraenoideae.

摘要 四合木属 *Tetraena* Maxim. 是内蒙古自治区西部和亚洲中部荒漠区东部的特有属，也是珍稀濒危植物。前人曾对该属的系统地位做过一些研究，但观点不一。作者通过对该属的研究历史、雌蕊、果实、花粉粒、染色体等的综合研究后，建议将该属从 Тахтаджян 系统(1987)蒺藜科的霸王亚科中分出，成立一个新亚科——四合木亚科。本文还编写了蒺藜科(狭义的)分亚科检索表。四合木属的系统地位是：芸香目蒺藜科四合木亚科四合木属。

关键词 四合木属;花粉粒;染色体;系统地位;四合木亚科

一、研究简史

四合木属 *Tetraena* 是由 К. И. Максимович 于1889年创立的。他根据 Н. М. Пржевальский 采集的一号具果实的标本而定名为 *T. mongolica* Maxim.，归属于蒺藜科。在拉丁原始描述中他认为其果实是具 4—3 爿的不开裂的蒴果。Engler(1931) 研究了全世界蒺藜科植物，分成 7 亚科和 25 属，还附录一个系统地位未定的属——四合木属。

本工作系内蒙古自然科学基金资助课题。
本文承王文采、洪德元、刘钟龄和赵一之先生提出宝贵意见，莫日根协助工作，马平绘图，谨此致谢。
1988.06.14 收稿。

因为未见花的标本，所以无法确定其正确的系统地位。 Ильин (1951) 研究了四合木的表皮毛、幼茎和果实的形状等与金虎尾科相近似，他主张改隶入金虎尾科。M. П. Петров 于 1957 年和 1958 年在内蒙古采到了花的标本，他和 B. K. Василевская 共同研究后于 1963 年发表论文。该论文将四合木的花、果、花粉粒、木质部等方面的特征和蒺藜科及金虎尾科相比较，其结论是四合木属明显地仍应归入蒺藜科。1967 年 J. Hutchinson 研究了全世界蒺藜科的属，列入 25 属(其中包括四合木属)。他认为蒺藜科是一个十分自然的科，没有必要在科与属间再分亚科、族、亚族等。但他把 Engler 系统中的亚科 Balantoides (1931) 恢复为独立的科 Balanitaceae Endl. (1841)

1987 年 A. Тахтаджян (Takht. 以下用拉丁缩写名)把 Engler 系统蒺藜科 (广义) 的 7 亚科改变为 5 科，其中蒺藜科(狭义的)下分 4 亚科。 今将分科和分亚科的情况简介如下:

1. Peganaceae Tiegh. ex Takht. (1987)，自 Peganoideae Engl. (1897)提升的。只 1 属 *Peganum*，分布地中海、亚洲、北美。单叶，二至三回分裂；蒴果含多种子；无花盘；具胚乳。

2. Tetradiclidaceae Takht. (1986)，自 Tetradiclidoideae Engl. (1931) 提升的。只 1 属 *Tetradiclis*，埃及至土耳其斯坦。单叶具羽裂；穗状总状花序；蒴果；无花盘；有少量胚乳。

3. Nitrariaceae Lindl. (1830)，即 Nitrarioideae Engl. (1897)。只 1 属 *Nitraria*，广布非、欧、亚、大洋等洲。单叶；蝎尾状聚伞花序；浆果状核果；无胚乳。

4. Balanitaceae Endl.(1841)，即 Balanitoideae Engl. (1931)。只 1 属 *Balanites*，热带非洲至印度。复叶；单花；肉质核果；无胚乳。

5. Zygophyllaceae R. Br. (1814) (狭义的)，(1) Morkillioideae Rose et Paint. (1907)，Syn. Chitonioideae Engl. (1897)，3 属，中美洲。单叶或复叶；花丝无附属物；无花盘；蒴果或分果爿；具胚乳或无。(2) Augeoideae Engl. (1931)，只 1 属 Augea，南非。单叶；花丝顶端 3 裂；具坛状花盘；蒴果 10 瓣裂；无胚乳。(3) Zygophylloideae Engl. (1897)，15 属(其中包括四合木属)，广布欧洲、亚洲、非洲、美洲等地。复叶；花丝基部常有鳞片；具花盘；蒴果或分果爿；有胚乳或稀无胚乳。(4) Tribuloideae Takht. (1987) (新亚科)自 Tribuleae Engl. (1897) 提升。 3—4 属，广布世界温带。复叶；内轮雄蕊基部有腺体；柱头 5 下延；无胚乳；花粉粒为多圆孔。

二、讨论与结果

看了上面 Takht. 的系统，我们同意恢复 2 个老科 Nitrariaceae 和 Balanitaceae，因为它们都有核果状的果实和其它具有蒴果或分果爿的亚科很不相同。其次也同意成立新亚科 Tribuloideae 它是从 Engl. 的 1 个族 Tribuleae 提升的，提升的理由是充分的。但是我们不同意成立 2 个新科 Peganaceae 和 Tetradiclidaceae 因为它们都有蒴果，与其他亚科无大区别，建议仍保持亚科的系统地位。更不同意将四合木属归入霸王亚科内。

关于 Ильин 根据营养体与果的外形，将四合木属改隶于金虎尾科的问题。当时他没有见到花的标本，二者在花的构造方面有较大的区别：前者子房 4 深裂(非不裂)，花柱

1 条(非数条)，具肉质花盘(非无花盘)，花丝基部有鳞片(非无鳞片)，萼片基部无腺体(非有 2 腺体)。因此我们不同意改科。

近年来我们对于四合木的雌蕊、果实、染色体，并参考席以珍(1987，1990)的花粉资料

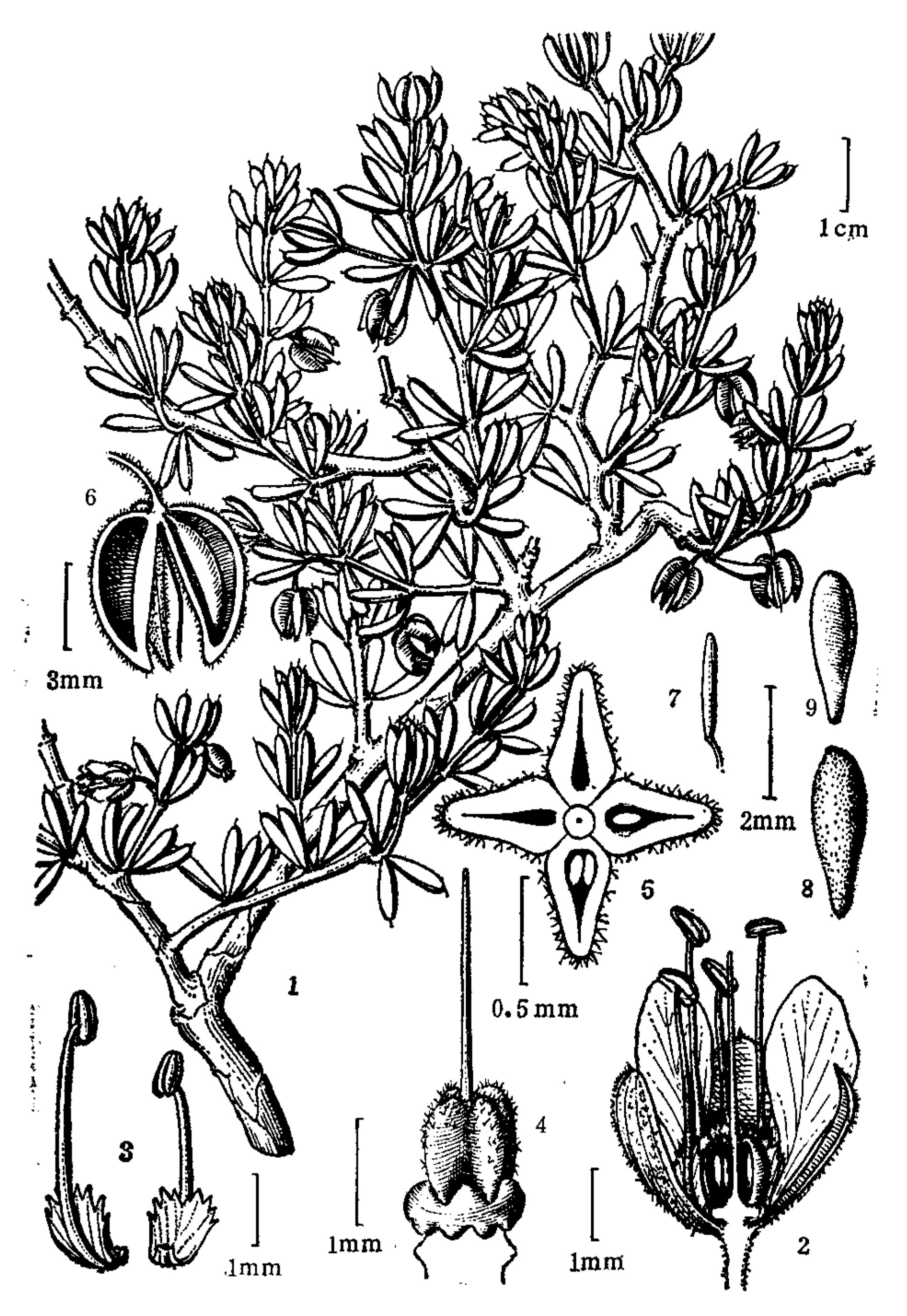


图 1 (Fig.1)　四合木 *Tetraena Mongolica* Maxim; 1.果枝 fruit branch; 2.花纵切 longitudinal section of flower; 3.雄蕊与鳞片 stemens and scales; 4.雌蕊与花盘 pistil and disk; 5.子房横切面 cross section of ovary; 6.果纵切 longitudinal section of fruit; 7.胚珠 ovule; 8.种子 seed; 9.胚 embryo. (马平绘 drawn by Ma Ping)

进行了综合研究,今分述如下:

1. **雌蕊** 雌蕊的构造很特殊,外形很像唇形科的雌蕊。它由4个心皮组成,子房4深裂几达基部,花柱1条,几乎着生在子房近基部,4室。在4室的中央有极短的中轴,中轴呈极扁的圆锥形,每室有3—5胚珠着生在室的基部内角的中轴胎座上。胚珠具长的珠柄,直立与直生。作者认为这种雌蕊是介于离生心皮与合生心皮雌蕊的过渡类型,可能是蒺藜科中最原始的类型。

2. **果实** 在四合木原始拉丁描述中,果实是"4—3爿不开裂的蒴果"。后来 Петров 等也同意上述意见。1967年 Hutchison 认为是"4—3爿不开裂的果实",他怀疑这是蒴果,但不能肯定这是什么类型的果实。在1979年出版的《内蒙古植物志》第4卷中描写果实为"果实为不开裂的蒴果,具4翅",这里"具4翅"是错误观察,应改为4个不开裂的分果爿。1987年出版的《中国沙漠植物志》第2卷中描述果实为"蒴果4瓣裂"。这描述适用于柳叶菜属 Epilobium 植物的果实成熟时上半部4瓣裂,而四合木的果实却是4个分果爿,所以描述是错误的。该书图版113,图5,把果实错误地绘成4个开裂的蓇葖果了,应予以纠正。我们仔细研究后认为:四合木的果实具4个不开裂的分果爿(图1:6),基部稍靠合,成熟后4个分果爿是互相分开的,不是蒴果。

3. **花粉粒** 我们用电镜扫描观察(图版1:1—3),并参考席以珍、周世权(1988)的研究。花粉粒长球形,大小为(12.2—14.8)×(8.7—12.2)μm,具三拟孔沟,沟细窄而不明显,拟内孔轮廓不清楚,外壁厚1μm,层次不清,具网状纹饰,网眼近圆形。从四合木花粉粒的特征来看,它的体积很小,拟内孔很不明显,外壁很薄,层次不清,这些都是原始性状。蒺藜科中多数是三孔沟,只有霸王属也是拟三孔沟。这可以说明四合木属的花粉粒是蒺藜科中最原始的,且与霸王属相接近。

4. **染色体** 用常规压片法制备染色体标本,可以观察到根尖体细胞染色体 $2n = 28$,花粉母细胞减数分裂中期I有14个双价体,故可确立四合木属染色体基数 $x = 14$(图版1:4),而不同于霸王亚科 $x = 8, 9, 10, 11, 13$。本科染色体基数最少的是:蒺藜亚科 $x = 6$,其次是 Tetradiclidoideae $x = 7$。结合形态特征推断,本科的染色体基数很可能为 $x = 7$,加倍后 $x' = 14$,再经过递减演化出 $x' = 13, 12, 11, 10$ 等,或由 $x = 7 \rightarrow x = 6$,四合木属则是这一演化系列中较原始而特化的类群。

综合以上各方面研究的结果,四合木属是一个原始与特化的类群,它和霸王属近缘。两属的共同特征有:叶为双数羽状复叶,单花生于叶腋,花部四或五基数,萼片4—5,花瓣4—5,雄蕊8或10,倒2轮排列,花丝基部具鳞片,花柱1条,具肉质花盘,花粉粒为三拟孔沟等。但两属又有明显的区别:前者子房4深裂(非不裂),花柱近子房基部着生(非顶生),基角中轴胎座(非中轴胎座),胚珠直立(非下垂),无胚乳(非有胚乳),$2n = 28$,$x = 14$(非8—13)。因此四合木属应归入蒺藜科,但应从霸王亚科中分出,另成立一个新亚科——四合木亚科 Tetraenoideae Ma et S. Z. Zhang。它的系统地位如下(Takht. 系统):

芸香目 Rutales—蒺藜科 Zygophyllaceae—四合木亚科 Tetraenoideae—四合木属 Tetraena 修改后的蒺藜科的亚科之间的关系,见下面分亚科检索表:

蒺藜科(狭义的)分亚科检索表

1.单叶。
　2.穗状总状花序……………………………………………………………Tetradiclidoideae Engl.
　2.单花。
　　3.花丝顶端3裂,具坛状花盘……………………………………………………Augeoideae Engl.
　　3.花丝顶端不裂,无花盘。
　　　4.叶二或三回深裂,子房每室具多数胚珠……………………………………Peganoideae Engl.
　　　4.叶非深裂,子房每室具1—几个胚珠……………Morkillioideae Rose et Paint.(Sericodeae)
1.复叶。
　5.有胚乳。
　　6.花丝基部具鳞片,具花盘…………………………………Zygophylloideae Engl.(Zygophylleae)
　　6.花丝基部无鳞片,无花盘…………………………Morkillioideae Rose et Paint. (Morkillieae)
　5.无胚乳。
　　7.柱头5且下延,内轮雄蕊基部具腺体………………………………………Tribuloideae Takht.
　　7.柱头1,不下延;雄蕊基部无腺体,有附属物。
　　　8.子房不分裂,花柱顶生,中轴胎座,胚珠下垂………Zygophylloideae Engl.(Neuluederitzieae)
　　　8.子房4深裂,花柱着生子房近基部,基角中轴胎座，胚珠直立……………………………………
　　　……………………………………………………………Tetraenoideae Ma et S. Z. Zhang

三、分类学处理

四合木亚科

本新亚科与蒺藜亚科近缘,但其毛为二歧叉分毛,子房4深裂几达基部,花柱着生子房近基部,果具4个不开裂的分果爿,直生胚珠,基角中轴胎座,染色体基数为14，容易区别。

灌木,被二歧叉分毛。羽状复叶,具2小叶,对生或簇生于短枝上;托叶乾膜质。花两性,单花,腋生;萼片4,覆瓦状排列;花瓣 4,镊合状排列,白色;雄蕊8，2轮排列；花丝内基部着生鳞片;花药丁字着生,纵裂;雌蕊由4心皮组成;子房4深裂几达基部，4室,每室具3—5胚珠,直生胚珠,基角中轴胎座;花柱1条,着生于子房近基部;花盘肉质,垫状。果实具4个不开裂的分果爿，每分果爿内只有1个成熟的种子，种子无胚乳。染色体基数 x = 14。

Tetraenoideae Ma et S. Z. Zhang, subfam. nov.

Subfamilia nova ex affinitate Zygophylloidearum, differt pilis divaricato-bicuspidatis, ovario fere ad basin 4-partito attingentibus, stylo subgynobasicis, fructu e coccis 4 indehiscentibus composito, ovulis erectis, placentationibus axibus basalibus angulis, numero basico chromosomatum = 14.

Frutex, pilis divaricato-bicuspifatis tectus. Folia pinnata, 2-foliolata, opposita vel in ramulis brevibus, fasciculata; stipulae scariosae. Flores hermaphroditi, solitarii, axillares; stamina 8, 2-cycla, filamentis intus basi squamulis praeditis, antheris versatilibus, longitudinaliter dehiscentes; pistillum e carpellis 4 compositum; ovarium 4 partitium fere ad basin attingentibus, 4 lo-

culato, in quoque loculo 3—5-ovulato; ovulis erectis; placentatio axilis basalis angularis; stylo singulari, subgynobasico; discus carnosus. Fructus 4 indehiscentibus coccis, in quoque cocco tantum unico semine maturo praeditus; semina exalbuminosa, numero basico chromosomatum=14.

Tetraena Maxim. Enum. Fl. Mongol. 129. 1889; Engl. in Engl. & Prantl, Nat. Pflanzenfam. **3**(4):92. 1897 et 2 aufl. **19**a:182. 1931; Ильин в Труды Томск Государств. Унив. 116: 1951; Василев. и Петров в Бот. журю **49**(10):1506. 1963. Hutch. Gen. Fl. Pl. **2**:617. 1967; M. H. Zhao, in Fl. Intramongol. **4**:20. t. 9. f. 1—7. 1979; Liou f. Fl. Desert. Reip. Popul. Sin. **2**: 322. t. 113. f. 4—6. 1987; Тахтаджян, Система Магнолиофитов 177. 1987.

Typus: *T. mongolica* Maxim.

Tetraena mongolica Maxim. Enum. Fl. Mongol. 129. 1889; Василев. и Петров в Бот. Жур. 49(10):1506. 1963; M. H. Zhao, in Fl. Intramongol. **4**:20 t. 9. f. 1—7. 1979; Liou f. Fl. Desert. Popu. Popul. Sin.**2**:322. t. 113 f. 4—6. 1987.

Ad descr. orig. add.: (Fig. 1)

Flores hermaphroditi, solitarii, axillares; pedicelli 2—4mm longi. Sepala 4, imbricata, ovata vel elliptica, 3—3.5mm longa, 2—2.5mm lata, apice obtuse rotundata, margine late membranacea, dorso pilis divaricatobicuspidatis dense tecta, persistentia. Petala 4, valvata, alba, unguiculata; limbi elliptici vel subrotundati, circ. 2 mm longi, 1.5—2 mm lati; ungues circ. 1.5 mm longi. Stamina 8, 2-cycla, exteriora circ. 3.5mm longa, interiora circ. 4.5mm longa; filamenta intus basi squamulis praedita, squamulis membranaceis, subrotundatis vel oblongis, margine irregulariter dentatis vel lobulatis; antherae versatiles longitudinaliter dehiscentes. Discus carnosus, viridis, pulvinus. Pistillum 4-carpellis compositum; ovarium 4 partitum fere ad basin, 4-loculatum in quoque loculo 3—5-ovulatum; ovula erecta; placentatio axilis basalis angularis; stylus 1, circ. 35mm longus, subgynobasicus.

Fructus saepe penduli, pedunculis 4—5mm longis, cum 4 indehiscentibus coccis; cocci falcato-oblongi, 6—8mm longi, 2.5—3.5mm lati, bilateraliter compressi, unispermi, extus pilis divaricato-bicuspidatis dense tecti.

Semina falcato-laceolata, glandacea, circ. 5mm longa, circ. 1.5mm lata, dense brunneo-granulata vestita, exalbuminosa; cotyledones carnosae, oblongae; radicula conica.

Endemic genus and species of Inner Mongolia.

Distribution. Wuhai Shi, west part of Ihju Meng, east margin of Alxa Meng and southern west corner of Bayannur Meng. It is located at the east margin of desert region of Central Asia.

Wuhai Shi(乌海市); Haibowan(海渤湾), Y.C.Ma(马毓泉) 7601(1976,6,19); D. M.Lan(兰登明)s.n. (1984,9,20) NMFC;Wei Nou(维娜) 8801(1988,6,1); S.Q. Zhou (周世权) 82202(1982,9,25) NMFC; Zhongtan (中滩), S.Q. Zhou 85025 (1985,6,1) NMFC; D.M.Lan s.n.(1986,8,10)NMFC; Lasengmiao (拉僧庙), Z.L.Liu (刘钟龄) et al.907(1963,8,23).

Ihju Meng (伊克昭盟): Otog Qi (鄂托克旗), (Z. T. Xu 徐志捷) 249 (1973, 8, 15); Z.Y.Guo(郭中央) 18(1958,6,7); Hanggin Qi (杭锦旗), S.R.Liu (刘书润) s.n. (1974,5,24); S.Z.Zhang s.n.(1987,7,20)。

Bayannur Meng (巴彦淖尔盟): Dengkou (磴口), Zhishadui (治沙队) 38 (1959, 6,25)。

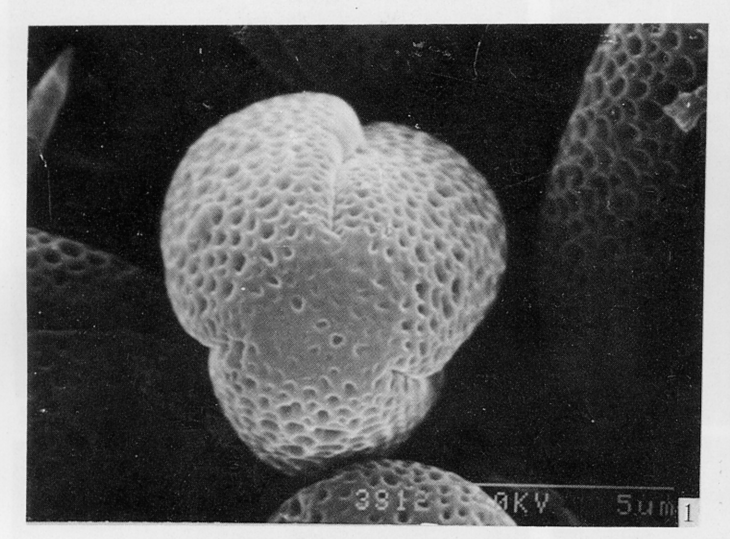
Alxa Meng (阿拉善盟): Alxa Zuoqi (阿拉善左旗), Naoertao (淖尔套) S. Q. Zhou 85009(1985,5,30) NMFC.

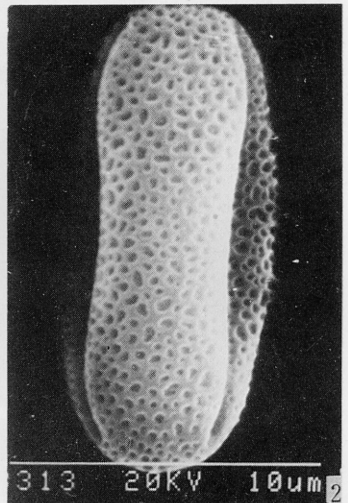
参　考　文　献

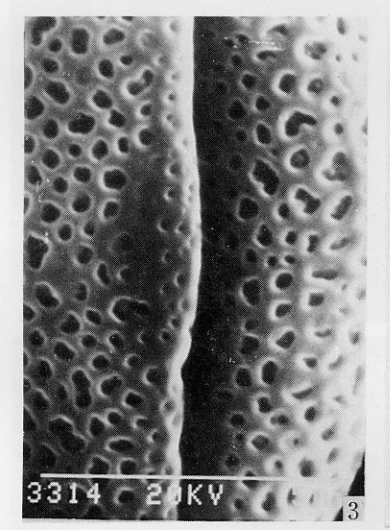
[1] 刘媖心,1987: 中国沙漠植物志,**2**:322。
[2] 赵美华,1979: 内蒙古植物志,**4**:20。
[3] 席以珍、孙孟蓉,1987: 白刺属的花粉形态及其在地层中的分布,植物学集刊,**2**: 235—243。
[4] ——、周世权,1990: 中国蒺藜科花粉形态及其外壁超微结构,植物学集刊(待出版)。
[5] Engler A. 1931: Zygophyllaceae, Naturlichen Pflanzenfamilien 2 Aufl. **192**: 144—184.
[6] Hutchinson J. 1968: The genera of flowering plants **2**: 611—621.
[7] Василевская В. К. и М.П. Петров, 1963: Центральноазиаиатскии эндем Tetraena mongolica Maxim. *Бот. Журн.* 49(10): 1506—1513.
[8] Ильин М. М. 1951: О систематическом положении Рода Tetraena Maxim.
[9] Тахтаджян А. Л. 1987: Система магнолиофитов 174—178.

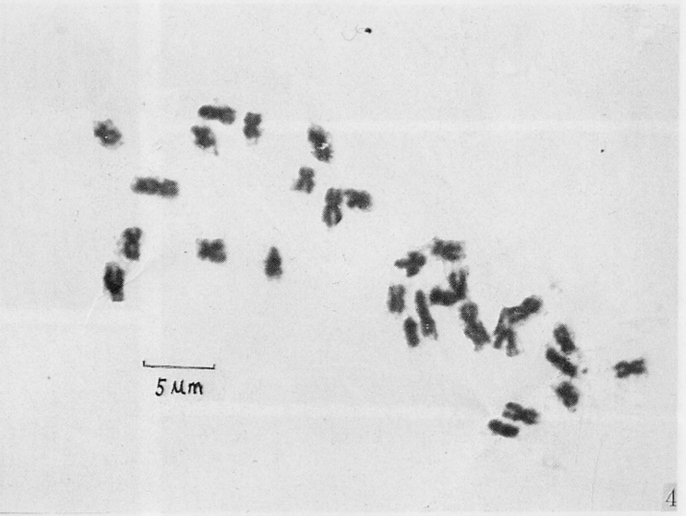
图版 1 说明 Explanation of plate 1

1—3.四合木扫描电镜花粉 Pollen of *Tetraena mongolica* (SEM): 1.极面观 Polar view×6580; 2.赤道面观 Equatorial view×4100; 3.赤道面观,示拟3孔沟 Equatorial view, showing tricolporoidate×8200　4. 根尖有丝分裂中期染色体照片 Micrographs of mitotic metaphase chromosomes in root tip cells 2n = 28









see explanation at the end of text